

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

被写体を結像する光学結像手段を有する交換レンズと、
上記交換レンズを装着するカメラとを備えたカメラシステムであって、

上記カメラは、カメラの姿勢に関する補正角度情報を算出する補正角度情報算出手段と、上記補正角度情報算出手段によって算出された上記補正角度情報を上記交換レンズに送信する第 1 の送信手段とを有し、

上記交換レンズは、上記第 1 の送信手段によって送信された上記補正角度情報に基づいて、当該カメラシステムの角度変位を光学的に補正する光学補正手段を有すること

を特徴とするカメラシステム。

【請求項 2】

上記カメラは、当該カメラの姿勢に関する角度変位を検出する角度変位検出手段を有し、

上記補正角度情報算出手段は、上記角度変位検出手段によって検出された角度変位から上記補正角度情報を算出すること

を特徴とする請求項 1 記載のカメラシステム。

【請求項 3】

上記カメラは、上記補正角度情報算出手段によって算出された上記補正角度情報を所定の伝送信号に変換する伝送信号変換手段を有し、

上記第 1 の送信手段は、上記伝送信号変換手段によって変換された上記所定の伝送信号で、上記補正角度情報を上記交換レンズに送信すること

を特徴とする請求項 1 記載のカメラシステム。

【請求項 4】

上記交換レンズは、上記光学補正手段で補正可能な角度変位である補正最大角度情報を算出する補正最大角度情報算出手段と、上記補正最大角度情報算出手段によって算出された上記補正最大角度情報を上記カメラに送信する第 2 の送信手段を有し、

上記カメラの上記伝送信号変換手段は、上記交換レンズの第 2 の送信手段によって送信される上記補正最大角度情報が、上記第 1 の送信手段で送信可能な上記所定の伝送信号の最大値となるように、上記補正角度情報算出手段によって算出された上記補正角度情報を上記所定の伝送信号に変換すること

を特徴とする請求項 1 記載のカメラシステム。

【請求項 5】

$$\Delta \theta y \doteq \frac{\cos \alpha \cdot \sin \alpha}{2 \sin \beta} \cdot \theta^2 x$$

10

上記カメラの伝送信号変換手段は、上記所定の伝送信号の最小伝送単位に対する上記補正角度情報をゲイン値として算出し、

上記カメラは、上記伝送信号変換手段で算出された上記ゲイン値を、上記交換レンズに送信する第 3 の送信手段を有すること

を特徴とする請求項 4 記載のカメラシステム。

【請求項 6】

上記カメラの伝送信号変換手段は、上記第 1 の送信手段によって上記所定の伝送信号の伝送中であっても、新たなゲイン値を算出して、算出した新たなゲイン値に基づき、上記補正角度情報算出手段によって算出された上記補正角度情報を上記所定の伝送信号に変換し、

上記カメラの第 3 の送信手段は、上記伝送信号変換手段で算出された上記新たなゲイン値を、上記交換レンズに送信すること

を特徴とする請求項 5 記載のカメラシステム。

【請求項 7】

上記交換レンズの光学補正手段は、液体封入型の頂角可変プリズムであり、上記補正角度情報に基づいて、頂角を可変させることで上記角度変位を光学的に補正すること

を特徴とする請求項 1 記載のカメラシステム。

【請求項 8】

上記交換レンズの光学補正手段は、球面どうしで対向された第 1 の球面レンズ及び第 2 の球面レンズからなる頂角可変プリズムであり、上記補正角度情報に基づいて、少なくとも一方のレンズを他方のレンズに対して、上記球面に沿って回転させることにより、上記第 1 の球面レンズと、上記第 2 の球面レンズが形成する頂角を可変させることで、上記角度変位を光学的に補正すること

を特徴とする請求項 1 記載のカメラシステム。

【請求項 9】

上記交換レンズの光学補正手段は、上記角度変位検出手段によって検出される上記角度変位情報に基づいて、上記第 1 の球面レンズの回転角 ϕ を調整したときで、上記第 1 の球面レンズの回転軸と光軸とのなす角を α とし、上記第 2 の球面レンズの回転軸と光軸とのなす角を β とし、それぞれのレンズの回転軸に垂直な面内で回転角度 θx 、 θy とするときには、上記第 2 の球面レンズに対して下記に示す角度 $\Delta \theta y$ だけ回転させると共に、

【数 1】

上記角度変位検出手段によって検出される上記角度変位情報に基づいて、上記第2の球面レンズの回転角 ϕ を調*

*整したときには、上記第1の球面レンズに対して、
【数2】

$$\Delta\theta_x \doteq \frac{\cos\alpha \cdot \sin\beta}{2\sin\alpha} \cdot \theta^2 y$$

で表される角度 $\Delta\theta_x$ だけ回転させて、振れ補正を行うこと

を特徴とする請求項1記載のカメラシステム。

【請求項10】

交換レンズの光学補正手段は、上記光軸とのなす角 α ※

10 ※と、 β が等しく選ばれた場合、補正回転角 $\Delta\theta_x$ 、 $\Delta\theta_y$ を、下記のように選定すること

を特徴とする請求項9記載のカメラシステム。

【数3】

$$\Delta\theta_y \doteq \frac{1}{2} \cos\alpha \cdot \theta^2 x$$

【数4】

$$\Delta\theta_x \doteq \frac{1}{2} \cos\alpha \cdot \theta^2 y$$

【請求項11】

上記交換レンズの光学補正手段は、上記光学結像手段に備えられたシフトレンズであり、上記補正角度情報に基づいて、上記シフトレンズを光軸に垂直な2方向に変位させることで、上記角度変位を光学的に補正することを特徴とする請求項1記載のカメラシステム。

【請求項12】

上記交換レンズは、上記光学結像手段の焦点距離 f 、撮像倍率 k 、上記シフトレンズの最大シフト可能量 d_{max} 、偏心敏感度 $S_d(f, k)$ から補正最大角度 θ_{max} を

$$\theta_{max} = d_{max} \cdot S_d(f, k) / \{f(1+k)\}$$

によって算出する補正最大角度算出手段と、

上記補正最大角度算出手段によって算出された補正最大角度 θ_{max} を上記カメラに送信する第4の送信手段とを有すること

を特徴とする請求項11記載のカメラシステム。

【請求項13】

被写体を結像する光学結像手段を有する交換レンズを装着するカメラであって、

30 カメラの姿勢に関する補正角度情報を算出する補正角度情報算出手段と、

上記補正角度情報算出手段によって算出された上記補正角度情報を上記交換レンズに送信する第1の送信手段とを備えること

を特徴とするカメラ。

【請求項14】

当該カメラの姿勢に関する角度変位を検出する角度変位検出手段を有し、

上記補正角度情報算出手段は、上記角度変位検出手段によって検出された角度変位から上記補正角度情報を算出

40 すること

を特徴とする請求項13記載のカメラ。

【請求項15】

上記補正角度情報算出手段によって算出された上記補正角度情報を所定の伝送信号に変換する伝送信号変換手段を備え、

上記第1の送信手段は、上記伝送信号変換手段によって変換された上記所定の伝送信号で、上記補正角度情報を上記交換レンズに送信すること

50 を特徴とする請求項13記載のカメラ。

【請求項16】

上記伝送信号変換手段は、上記交換レンズから送信される上記光学補正手段で補正可能な角度変位である補正最大角度情報が、上記第1の送信手段で送信可能な上記所定の伝送信号の最大値となるように、上記補正角度情報算出手段によって算出された上記補正角度情報を上記所定の伝送信号に変換すること
を特徴とする請求項13記載のカメラ。

【請求項17】

上記伝送信号変換手段は、上記所定の伝送信号の最小伝送単位に対する上記補正角度情報をゲイン値として算出し、

上記伝送信号変換手段で算出された上記ゲイン値を、上記交換レンズに送信する第2の送信手段を備えること
を特徴とする請求項16記載のカメラ。

【請求項18】

上記伝送信号変換手段は、上記第1の送信手段によって上記所定の伝送信号の伝送中であっても、新たなゲイン値を算出して、算出した新たなゲイン値に基づき、上記補正角度情報算出手段によって算出された上記補正角度

情報を上記所定の伝送信号に変換し、
上記カメラの第2の送信手段は、上記伝送信号変換手段で算出された上記新たなゲイン値を、上記交換レンズに送信すること

を特徴とする請求項17記載のカメラ。

【請求項19】

被写体を結像する光学結像手段を有し、所定のカメラに装着される交換レンズであって、

上記カメラから送信される補正角度情報を受信する受信手段と、

上記受信手段によって受信された上記補正角度情報に基づいて、上記カメラの角度変位を光学的に補正する光学補正手段とを備えること

*

$$\Delta\theta y \doteq \frac{\cos\alpha \cdot \sin\alpha}{2\sin\beta} \cdot \theta^2 x$$

上記角度変位検出手段によって検出される上記角度変位情報に基づいて、上記第2の球面レンズの回転角 ϕ を調整

*を特徴とする交換レンズ。

【請求項20】

上記光学補正手段で補正可能な角度変位である補正最大角度情報を算出する補正最大角度情報算出手段と、

上記補正最大角度情報算出手段によって算出された上記補正最大角度情報を上記カメラに送信する第1の送信手段を備えること

を特徴とする請求項19記載の交換レンズ。

【請求項21】

上記光学補正手段は、液体封入型の頂角可変プリズムであり、上記補正角度情報に基づいて、頂角を可変させることで上記角度変位を光学的に補正すること

を特徴とする請求項19記載の交換レンズ。

【請求項22】

上記光学補正手段は、球面どうしで対向された第1の球面レンズ及び第2の球面レンズからなる頂角可変プリズムであり、上記補正角度情報に基づいて、少なくとも一方のレンズを他方のレンズに対して、上記球面に沿って回転させることにより、上記第1の球面レンズと、上記第2の球面レンズが形成する頂角を可変させることで、上記角度変位を光学的に補正すること

を特徴とする請求項19記載の交換レンズ。

【請求項23】

上記光学補正手段は、上記角度変位検出手段によって検出される上記角度変位情報に基づいて、上記第1の球面レンズの回転角 ϕ を調整したときで、上記第1の球面レンズの回転軸と光軸とのなす角を α とし、上記第2の球面レンズの回転軸と光軸とのなす角を β とし、それぞれのレンズの回転軸に垂直な面内で回転角度 θx 、 θy とするときには、上記第2の球面レンズに対して下記に示す角度 $\Delta\theta y$ だけ回転させると共に、

【数5】

※整したときには、上記第1の球面レンズに対して、

【数6】

$$\Delta\theta x \doteq \frac{\cos\alpha \cdot \sin\beta}{2\sin\alpha} \cdot \theta^2 y$$

で表される角度 $\Delta\theta x$ だけ回転させて、振れ補正を行う

を特徴とする請求項19記載の交換レンズ。

【請求項24】

上記光学補正手段は、上記光軸とのなす角 α と、 β が等しく選ばれた場合、補正回転角 $\Delta\theta x$ 、 $\Delta\theta y$ を、下記*

$$\Delta\theta y \div \frac{1}{2} \cos \alpha \cdot \theta^2 x$$

【数8】

$$\Delta\theta x \div \frac{1}{2} \cos \alpha \cdot \theta^2 y$$

【請求項25】

上記光学補正手段は、上記光学結像手段が備えられたシフトレンズであり、上記補正角度情報に基づいて、上記シフトレンズを光軸に垂直な2方向に変位させることで、上記角度変位を光学的に補正することを特徴とする請求項19記載の交換レンズ。

【請求項26】

上記光学結像手段の焦点距離 f 、撮像倍率 k 、上記シフトレンズの最大シフト可能量 d_{max} 、偏心敏感度 $S_d(f, k)$ から補正最大角度 θ_{max} を $\theta_{max} = d_{max} \cdot S_d(f, k) / \{f(1+k)\}$

によって算出する補正最大角度算出手段と、上記補正最大角度算出手段によって算出された補正最大角度 θ_{max} を上記カメラに送信する第2の送信手段とを有すること

を特徴とする請求項25記載の交換レンズ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、カメラに対して撮影者の要求に応じて任意に交換可能な交換レンズを装着するカメラシステムに関するものであり、詳しくは、上記交換レンズを装着したカメラの撮影時の振れを補正するカメラシステム、カメラ及び交換レンズに関する。

【0002】

【従来の技術】

ビデオカメラや、スチルカメラには、撮影時における撮影者の手振れを補正するために手振れ補正機能が搭載されているものがある。この手振れ補正は、一般に、CCD (Charge-Coupled Device) 撮

*のように選定すること

を特徴とする請求項23記載の交換レンズ。

【数7】

20 像素子を利用して画像処理により手振れを補正する方式と、振れによって変化した光軸を光学的に修正し振れを補正する方式とがある。

【0003】

小型で安価な振動ジャイロセンサでカメラに加わる角速度を検出し、検出された角速度から角変位を算出し、この角変位に基づいて、CCD撮像素子の水平・垂直方向の転送を制御したり、反射ミラーを動かすことで光軸を修正したりして、カメラに加わった振動による映像の振れを除去する手法が考案されている（例えば、特許文献1参照。）。 30

【0004】

光学的に振れを補正する方式は、被写体が結像された像自体を振れない状態とするため、CCD撮像素子を利用した手振れ補正方式より高い画質で撮像することができると言われている。この光学振れ補正方式には、撮像レンズの光軸に垂直な2方向に光学結像レンズの一部を変位（シフト）させて、光軸を変化させることで像を移動させる、いわゆる“シフトレンズ方式”と、頂角を変化させることで光軸を変化させる頂角可変プリズム (VAP: Variable Angle Prism) を利用する“頂角可変プリズム (VAP) 方式”とがある。

【0005】

頂角可変プリズム方式には、2枚の透明板の間に液体を封入し、この透明板を傾けることでプリズムの頂角を変化させて光軸を補正するというような液体封入型頂角可変プリズムを用いた手法がある（例えば、特許文献2参照。）。また、一般に“ボスコビッチの楔”として知られる、ほぼ大きさの等しい正負の曲率を持った凹凸レンズを、互いの曲面を重ね合わせて対向させ、各々の曲率 50

中心で回転させることによって頂角を替える方式も実現されている（例えば、特許文献3参照。）。また、補正光学系として液体封入型頂角可変プリズムを採用し、振れ補正の具体的な制御手法についても考案されている

（例えば、特許文献4参照。）。

【0006】

シフトレンズ方式には、レンズの設計によっては比較的軽量で径の小さいレンズ群を、シフトレンズとして用いることができる。また、頂角可変プリズム、中でも液体封入型頂角可変プリズムを用いた方式では、当該液体封入型頂角可変プリズムが、ガラス板の間に封入された液体を動かして頂角を変化させるため、液体による粘性抵抗があるが、シフトレンズ方式ではこのような粘性抵抗がない。このため、装置全体の小型化に有利であり、高い周波数成分を持った振れに対応しやすいといった利点がある。

【0007】

しかし、シフトレンズ方式では、レンズを偏心させることによって像を移動させるため、偏心による収差が発生する。したがって偏心時の画質劣化を防止するために像の移動範囲、つまり、補正可能範囲を小さくしなくてはならないといった欠点がある。

【0008】

一方、頂角可変プリズムを用いて振れ補正をすると、プリズムによって光軸を曲げるため、色収差が発生するものの、シフトレンズ方式よりは大きく光軸を曲げることが可能であると言われている。

【0009】

ただ、液体封入型頂角可変プリズムでは、頂角を変化させるのに液体の粘性抵抗に抗した駆動力が必要となるうえ、気圧などの環境変化に影響を受けやすいといった欠点がある。

【0010】

凹凸レンズを組み合わせた頂角可変プリズムは、レンズの回転半径が大きくなることから、装置全体の大型化を招いてしまうと考えられており、一般に普及してこなかった。しかし、組み合わせた凹凸レンズのそれぞれを両端で支持して回転させ、頂角を変化させる機構を持つ頂角可変プリズムにより大型化を回避している（例えば、特許文献5参照。）。

【0011】

このように、光学振れ補正方式には、各種の手法が立案、実用化されているが光学系の違いにより、利点、欠点がそれぞれにあることが分かる。したがって、カメラを使用する撮影者にとって、このような様々な光学振れ補正方式を撮影条件などによって選択できることが望ましいといえる。

【0012】

この要求には、カメラ本体に、交換可能な交換レンズを装着するカメラシステムを用いることで応えることがで

きる。光学振れ補正方式の場合、振れ補正機能は、結像光学系がある交換レンズに備えることになる。したがって、カメラ本体は、交換レンズを撮影条件に応じて選択することで、様々な光学振れ補正方式を利用することができる。

【0013】

一般に、振れ補正を実行するには、振れを検出するセンサと、検出された振れに基づいて、補正光学系を動作させる信号を演算し、演算した信号に基づいて制御を行う演算制御系と、信号に基づいて補正光学系を実際に動作させる駆動系とが少なくとも必要である。

【0014】

補正光学系は、交換レンズに搭載されているので、駆動系も交換レンズに搭載する必要がある。またセンサと、演算制御系とを同じく交換レンズに搭載させることも可能であるが、カメラ本体にとっては、当然、交換レンズが変わるたびに補正制御方式も変わってしまうため、振れ補正時における操作性に統一感がなくなってしまうことになる。

【0015】

また、統一した操作性を可能とするためにセンサを交換レンズに残し、演算制御系をカメラ本体に搭載させると、交換レンズにあるセンサからの信号を、カメラ本体にある演算制御系に渡し、さらに、交換レンズにある駆動系に送信するというように、信号のやりとりが煩雑になると共に、そのためのインターフェースも必要となり、非常に無駄の多いシステムが構築されてしまう。

【0016】

したがって、センサと、演算制御系とをカメラ本体に搭載させ、交換レンズには、補正光学系を駆動させる駆動系を搭載させることが望ましいシステムの形態となる。このように、センサと、演算制御系とをカメラ本体に搭載させ、補正光学系を駆動させる駆動系を交換レンズに搭載させた様々なカメラシステムを以下に挙げる。

【0017】

補正光学系としてシフトレンズ方式を採用し、カメラ本体でシフトレンズに対する変位量を演算して交換レンズに送信するカメラシステム（例えば、特許文献6参照。）。

【0018】

センサで検出された角速度信号から、補正光学系を駆動させる駆動信号をカメラ本体で算出し、交換レンズに送信するカメラシステム（例えば、特許文献7参照。）。

【0019】

カメラ本体のセンサで検出された角変位信号をデジタル信号として交換レンズに送信するカメラシステム（例えば、特許文献8参照。）。

【0020】

補正光学系としてシフトレンズ方式を採用したカメラシステム（例えば、特許文献9参照。）。

【0021】

補正光学系として、特許文献5に記載の凹凸レンズを組み合わせた頂角可変プリズムを採用し、さらに、このプリズムにおいて頂角を可変する際に生ずる誤差成分を除去する制御手法を搭載したカメラシステム（例えば、特許文献10）

【特許文献1】

特開昭60-143330号公報

【特許文献2】

米国特許第3212420号明細書

【特許文献3】

特公昭44-5987号公報

【特許文献4】

特開平7-294987号公報

【特許文献5】

特開平10-39358号公報

【特許文献6】

特開平9-105971号公報

【特許文献7】

特開平5-66445号公報

【特許文献8】

特開平9-80511号公報

【特許文献9】

特開平6-250272号公報

【特許文献10】

特開平10-186435号公報

【0022】

【発明が解決しようとする課題】

このように光学振れ補正には、補正光学系の違いにより複数の補正方式が存在しており、当然、制御方法も補正方式によって異なっている。したがって、例え、交換レンズ毎に異なる補正光学系を用いることで、カメラ本体に振れ補正機能に対する汎用性を持たせたカメラシステムであっても、それぞれの補正方式に対応した制御系を備える必要があるといった問題がある。

【0023】

そのため、特許文献6乃至10に示された光学振れ補正をするカメラシステムでは、交換レンズを採用しつつも、その補正光学系は、シフトレンズ方式に固定であったり、頂角可変プリズム方式に固定であったりするため、汎用性に乏しく、補正光学系のそれぞれの利点を撮影者が選択可能な構成とはなっていない。したがって、新しい原理の補正光学系が考案された場合などは、全く対処できないといった問題がある。

【0024】

そこで、本発明は上述したような問題を解決するために案出されたものであり、光学的に振れ補正をするどのような補正光学系にも対応できるカメラシステム、カメラ及び交換レンズを提供することを目的とする。

【0025】

(7)

特開2004-301939

12

【課題を解決するための手段】

上述の目的を達成するために、本発明に係るカメラシステムは、被写体を結像する光学結像手段を有する交換レンズと、上記交換レンズを装着するカメラとを備えたカメラシステムであって、上記カメラは、カメラの姿勢に関する補正角度情報を算出する補正角度情報算出手段と、上記補正角度情報算出手段によって算出された上記補正角度情報を上記交換レンズに送信する第1の送信手段とを有し、上記交換レンズは、上記第1の送信手段によって送信された上記補正角度情報に基づいて、当該カメラシステムの角度変位を光学的に補正する光学補正手段を有することを特徴とする。

【0026】

上述の目的を達成するために、本発明に係るカメラは、被写体を結像する光学結像手段を有する交換レンズを装着するカメラであって、カメラの姿勢に関する補正角度情報を算出する補正角度情報算出手段と、上記補正角度情報算出手段によって算出された上記補正角度情報を上記交換レンズに送信する第1の送信手段とを備えることを特徴とする。

【0027】

上述の目的を達成するために、本発明に係る交換レンズは、被写体を結像する光学結像手段を有し、所定のカメラに装着される交換レンズであって、上記カメラから送信される補正角度情報を受信する受信手段と、上記受信手段によって受信された上記補正角度情報に基づいて、上記カメラの角度変位を光学的に補正する光学補正手段とを備えることを特徴とする。

【0028】

【発明の実施の形態】

以下、本発明に係るカメラシステム、カメラ及び交換レンズの実施の形態を図面を参照にして詳細に説明する。

【0029】

まず、図1を用いて、本発明の第1の実施の形態として示すカメラシステム1について説明をする。

【0030】

図1に示すように、カメラシステム1は、カメラ本体であるカメラ10と、上記カメラ10に装着する交換レンズ40とを備えている。カメラシステム1は、当該カメラシステム1に与えられる振れ、例えば、撮影者の手振れなどを補正する振れ補正機能を搭載している。

【0031】

まず、カメラ10について説明をする。カメラ10は、角速度センサ11と、HPF・LPF12と、アンプ13と、カメラマイコン20とを備えている。

【0032】

角速度センサ11は、振動ジャイロであり、カメラ10の光軸に対して垂直な2方向の振れを角速度信号として検出する。光軸に対して垂直な2方向とは、光軸に対して鉛直方向に垂直な成分（ピッチ方向）と、光軸に対し

て水平方向に垂直な成分（ヨー方向）である。図1では、省略して角速度センサ11を1つだけしか記載していないが、当該カメラ10には上述した2方向、それぞれについて角速度信号を検出する角速度センサ11が備えられているものとする。

【0033】

なお、この角速度センサ11は、カメラ10に備えられている必要はなく、角速度信号が後段のHPF・LPF12に入力される構成であればよい。例えば、角速度センサ11を車両などに取り付け、その振れを検出するようにしてもよい。つまり、角速度センサ11で検出される振れは、いわゆる手振れに限定されるものではない。

【0034】

また、角速度センサ11に替えて、カメラ10の撮像方向を検出するセンサなどを用いてもよい。

【0035】

HPF・LPF12は、角速度センサ11で検出された角速度信号に含まれているDCオフセット成分をHPFで除去し、さらに、カメラマイコン20が備える後述するA/Dコンバータ21でサンプリングする周波数帯域よりも高い周波数成分をLPFで除去する。

【0036】

アンプ13は、HPF・LPF12から送出された角速度信号を所定の出力レベルに増幅し、カメラマイコン20に送出する。

【0037】

カメラマイコン20は、角速度センサ11で検出された角速度信号から、後述する交換レンズ40に送信する光学補正角度情報を生成する。

【0038】

カメラマイコン20は、A/D (Analog to Digital) コンバータ21と、ノイズ除去部22と、HPF23と、積分処理部24と、センタリング処理部25と、シーリング処理部26と、ゲイン処理部27と、パン・チルト判別部28とを備えている。

【0039】

A/Dコンバータ21は、アンプ13から送出された角速度信号を所定のサンプリング周波数でサンプリングしてデジタルデータである角速度デジタル信号に変換する。

【0040】

ノイズ除去部22は、A/Dコンバータ21から送出された角速度デジタル信号のうち微小信号成分に含まれるノイズを除去する。ノイズ除去部22では、図2に示すように入力された角速度デジタル信号の微小信号成分の出力をゼロにする。出力をゼロにする不感帯の閾値は、後述するパン・チルト判別部28の判定などにより決定される。

【0041】

HPF23は、ノイズ除去部22で除去できない温度ド

リフトなどの低周波ノイズを、角速度デジタル信号から除去し、積分処理部24に送出する。

【0042】

積分処理部24は、HPF23から送出されたノイズ除去部22、HPF23によってノイズが除去された角速度デジタル信号を積分処理して、角度情報を算出する。

【0043】

センタリング処理部25は、積分処理部24で算出された角度情報が、交換レンズ40の補正光学系で補正することができる角度範囲内となるように、角度信号の調整をし、補正光学系を正常な状態に保つようにする。

【0044】

例えば、積分処理部24で算出された角度情報が、交換レンズ40の補正光学系で補正可能な角度範囲の限界付近である場合には、補正光学系は、補正動作の要求に追従できない可能性が非常に高くなってしまう。

【0045】

このため、センタリング処理部25では、補正光学系の可動範囲を保ち、本来の光学性能を保つために、光学系を所定の状態に戻すような光学補正角度情報となるように調整をする。具体的には、例えば、積分処理部24で算出される角度情報に、図3で示すように角度情報の絶対値が大きくなる毎に小さくなる変数 p ($0 < p < 1$) を乗算してゲインをかけることで調整をする。

【0046】

センタリング処理部25でのセンタリング処理では、現在、補正光学系がどの位置にあるかという情報が必要となる。この、現在位置情報は、交換レンズ40内で検出されるため、交換レンズ40との通信により取得することができる。

【0047】

また、当該カメラ10では、補正光学系を補正するための角度情報が生成されるため、この角度情報から、目標となる制御目標値をカメラ10側で算出し、センタリング処理部25で必要となる現在位置情報として使用することも可能である。

【0048】

シーリング処理部26は、積分処理部24で算出され、センタリング処理部25でセンタリング処理された角度情報が、交換レンズ40の補正最大角度 θ_{max} を超えてしまった場合の処理をする。補正最大角度 θ_{max} は、後述する交換レンズ40にて算出され当該カメラ10に送信される値である。シーリング処理部26は、角度情報が、補正最大角度 θ_{max} を超えてしまう場合には、図4に示すように超えてしまった角度情報を補正最大角度 θ_{max} に置き換えて出力する。

【0049】

ゲイン処理部27は、シーリング処理部26を介して出力された角度情報を、交換レンズ40へ精度よく送信するためのゲイン調整をする。カメラ10から、交換レン

ズ40に送信される角度情報は、デジタル信号として送信されるか、アナログ信号として送信されるか、送信形態に応じた値に変換されて送信される。

【0050】

一般に、交換レンズの補正最大角度は、補正光学系の違い（シフトレンズ方式であるのか、VAP（Variable Angle Prism）方式であるのか）、個々のレンズの設定によって異なってくる。例えば、シフトレンズ方式のAレンズの場合の補正最大角度は0.3度であったが、VAP方式のBレンズの場合の補正最大角度は2度であったとする。

【0051】

これをアナログ信号として送信する場合、単位あたりの角度情報を固定的なアナログ信号として、例えば、1ボルトの電圧値で1度のように定めてしまうと、VAP方式の補正最大角度に対する電圧値は2ボルトであるのに対し、シフトレンズ方式の補正最大角度に対する電圧値は0.3ボルトのように微弱な値となってしまう。したがって、シフトレンズ方式の場合ではちょっとしたノイズによる電圧値の変動によって送信する角度情報に誤差成分が含まれてしまうことになる。

【0052】

そこで、ゲイン処理部27は、交換レンズ40に角度情報が最適に送信されるように、送信に用いられる最大値、つまり、アナログ送信なら最大電圧値、デジタル送信なら最大ビット幅が、交換レンズ40の補正最大角度となるように設定をする。そして、ゲイン処理部27は、このときの伝送信号の1単位あたりの角度情報をゲイン値とする。ゲイン処理部27は、角度情報をゲイン値で除算し、伝送信号を生成する。伝送信号は、端子29を介して交換レンズ40に送信される。

【0053】

また、ゲイン処理部27で生成されたゲイン値は、他の端子、例えば、端子30などにより、交換レンズ40に送信される。交換レンズ40へのゲイン値の送信は、例えば、カメラ10に、交換レンズ40が装着された際に送信されることになり、振れ補正する段階では、交換レンズ40が既にゲイン値を取得している。

【0054】

このカメラ10から交換レンズ40に送信されるゲイン値と、角度情報を含む伝送信号とは、カメラシステム1の振れ補正処理に必要な不可欠な情報であり、これらを総称して光学補正角度情報と呼ぶ。

【0055】

なお、ゲイン処理部27で生成されるゲイン値は、伝送信号がカメラ10から交換レンズ40に送信されている間でも変更可能である。例えば、伝送信号の通信状況が悪化した場合などには、最適な条件で確実に角度情報を送信するために、ゲイン値を適宜変更させることができる。

【0056】

パン・チルト判別部28は、角速度センサ11で検出され、A/Dコンバータ21を介して供給される角速度値（例えば、角速度の大きさ、角速度の変化の様子）や、積分処理部24で算出される角度情報（例えば、角度の大きさ）などから、角速度センサ11で検出された振れがパン、チルトなどといった撮影者の意図的なカメラシステム1の操作によるものであるのか、補正すべき手振れであるのかどうかを判断する。

10 【0057】

パン・チルト判別部28は、判断結果に応じて、ノイズ除去部22での不感帯の大きさ、HPF23でのハイパスフィルタの通過帯域、積分処理部24で実行される積分処理の時定数等を設定する。

【0058】

また、パン・チルト判別部28は、積分処理部24で算出される角度情報と、交換レンズ40から送出される振れ補正範囲とを比較して、センタリング処理部25でのセンタリング処理時に使用する変数pの値を設定する。例えば、パン・チルト判別部28は、撮影者が意図的にカメラシステム1を移動させたと判断された場合（パン、チルト処理を実行したと判断された場合）変数pの値を小さい値に設定する。

【0059】

端子29、端子30は、交換レンズ40の端子46、端子47とそれぞれ接続されるインターフェースである。

【0060】

端子29は、上述したように交換レンズ40に対して角度情報が含まれた伝送信号を送信するインターフェースである。図1では図示していないが、カメラ10は、ピッチ方向と、ヨー方向の振れをそれぞれ独立に検出しているため、端子29もそれに伴い2つ用意し、角度情報を含んだ伝送信号をそれぞれ独立に交換レンズ40に送信する。また、ピッチ方向と、ヨー方向の角度情報を含んだ伝送信号を、時分割多重することで、1つの端子29を用いて送信することも可能である。

【0061】

また、端子30は、交換レンズ40から送信される情報、例えば、補正光学系の補正最大角度 θ_{max} 、補正光学系の補正可能角度範囲情報、フォーカシングやズーミングされた際のレンズ情報などを受信するインターフェースである。

【0062】

続いて、交換レンズ40について説明をする。本例の交換レンズ40は、被写体を結像する結像光学系として、4つのレンズ群、レンズ群L1、レンズ群L2、レンズ群L3、レンズ群L4とを備えている。交換レンズ40の結像光学系では、レンズ群L1を光軸方向に進退させることでフォーカシングを行い、レンズ群L1、L2、L3を光軸方向に進退させることでズーミングを行う。

なお、レンズ群L4は固定となっている。

【0063】

フォーカシングによって光軸方向に進退するレンズ群L1の位置は、フォーカス位置検出エンコーダ41によって検出される。また、ズーミングによって光軸方向に進退するレンズ群L1、L2、L3の位置は、ズーム位置検出エンコーダ42によって検出される。

【0064】

また、レンズ群L2は、当該交換レンズ40において、光学補正を行う補正光学系の補正レンズとして機能する。交換レンズ40における光学補正方式は、検出されたカメラシステム1の振れ量に応じて、レンズ群L2を光軸に対して垂直方向に移動させることで上記振れ量を補正するシフトレンズ方式が採用されている。シフトレンズ方式に基づいて、動作させるレンズ群L2を、シフトレンズと呼ぶ。レンズ群L2の現在位置情報は、位置検出エンコーダ43によって検出され、レンズマイコン50に送出される。

【0065】

補正光学系は、カメラ10から送信される光学補正角度情報に基づいたレンズマイコン50による制御によって、レンズ群L2を、光軸に対して垂直方向に移動させることで補正を実行する。

【0066】

レンズマイコン50は、演算部51を備えており、この演算部51で、カメラ10から送信される光学補正角度情報に基づいて、レンズ群2をシフトさせる制御目標値である補正シフト位置情報を演算する。さらに、レンズマイコン50は、加算器52を備えており、制御目標値である補正シフト位置情報から、位置検出エンコーダ43で検出されるレンズ群L2の現在位置情報を減算する。

【0067】

加算器52で減算された値は、駆動回路44に送出され制御電圧値に変換され、レンズ群L2を駆動させるアクチュエータ45に送出される。アクチュエータ45は、駆動回路44から出力される制御電圧値に応じて、レンズ群L2を駆動し、当該カメラシステム1の振れを補正する。

【0068】

続いて、レンズマイコン50を中心に、交換レンズ40で実行される振れ補正処理について具体的に説明をする。

【0069】

レンズマイコン50の演算部51は、カメラ10の端子29から、当該交換レンズ40の端子46を介して供給される光学補正角度情報である角度情報を含む伝送信号に、同じく光学補正角度情報としてあらかじめ送信されていたゲイン値を乗算し、角度情報を算出する。

【0070】

続いて、レンズマイコン50は、得られた角度情報分だけ光軸が傾いたのと等価なシフトレンズによる像変位量、dIM1を算出する。像変位量dIM1は、結像光学系が前側主点を中心に θ [rad]の角度振れを生じた場合、結像光学系の焦点距離をf、撮像倍率をkとすると、(1)式に示すように表される。

【0071】

$$dIM1 = f(1+k) \cdot \theta \quad \dots (1)$$

【0072】

10 結像光学系の焦点距離fは、レンズ群L1、L2、L3の位置をズーム位置検出エンコーダ42で検出して知ることが出来る。

【0073】

また、被写体距離aは、レンズ群L1の位置をフォーカス位置検出エンコーダ41で検出して求められる。例えば、フォーカス位置検出エンコーダ41、及びズーム位置検出エンコーダ42の出力値に対応した被写体距離aを記述したテーブルをレンズ情報格納部53にあらかじめ保持しておき、それぞれの出力値が入力されたことに

20 応じて、距離aをレンズマイコン50に送出する。撮像倍率kは、このfとaから次の(2)、(3)式により求められる。

【0074】

$$1/f = (1/a) + (1/b) \quad \dots (2)$$

【0075】

$$k = a/b \quad \dots (3)$$

【0076】

30 このようにして、レンズマイコン50は、距離aと、焦点距離fとから、(2)式を用いて距離bを算出し、撮像倍率kを算出する。さらにマイコン50は、撮像倍率kと、角度情報 θ とから(1)式を用いて、dIM1を算出する。

【0077】

一方、レンズ群L2が、あるシフトレンズ位置dに変位した場合の像の変位量をdIM1' とすると、dとdIM1'の比は、焦点距離fと、撮像倍率kとによって変化する。この比を、偏心敏感度Sdとして後述するように保持されている。

【0078】

$$40 \quad dIM1' = Sd \cdot d = Sd(f, k) \cdot d \quad \dots (4)$$

【0079】

(1)式により、補正すべき角度情報の振れに等価な像移動量dIM1が求められ、これを解消すべくシフトレンズの移動量dに対する像移動量dIM1'の関係式(4)が与えられたので、振れを補正すべきシフトレンズ位置dは(5)式に示すように、角度情報 θ の関数で表すことができる。

【0080】

$$50 \quad d = \{f(1+k) \cdot \theta / Sd(f, k)\} \quad \dots$$

・ (5)

【0081】

このシフトレンズ位置dは、制御目標値である補正シフト位置情報である。算出された補正シフト位置情報は、レンズマイコン50の加算器52に送出される。加算器52は、補正シフト位置情報から、位置検出エンコーダ43によって検出されるレンズ群L2の現在位置情報を減算し、レンズ群L2の制御量を算出する。

【0082】

このように、交換レンズ40の補正光学系では、カメラ10から送出される光学補正角度情報に基づいて、レンズマイコン50の演算部51で(5)式を用いて、制御目標値である補正シフト位置情報dを算出し、位置検出エンコーダ43によって検出されるレンズ群L2の現在位置情報をフィードバックして、制御目標値に近付くように制御をすることで、カメラシステム1の振れを補正する。

【0083】

なお、焦点距離fと、撮像倍率kとの関数である偏心敏感度Sdは、例えば、レンズ情報格納部53にテーブルとして記憶されており、レンズマイコン50によって焦点距離f、撮像倍率kが算出され、対応するSd(f, k)が求められる。

【0084】

続いて、交換レンズ40から、カメラ10に送信する情報について説明をする。上述したように交換レンズ40は、カメラ10から光学補正角度情報を受け取るが、逆に、カメラ10に対して、補正光学系の補正可能角度範囲情報や、ユーザによるピントの操作や、オートフォーカス、ズーム機能といったユーザ支援機能によって、交換レンズ40の状態が変化した場合などの交換レンズ情報を送信する。この交換レンズ情報は、交換レンズ40の端子47と接続されたカメラ10の端子30を介してカメラ10に送信される。

【0085】

交換レンズ情報のうち、光学補正角度情報を決定する際に必要となる情報に補正最大角度 θ_{max} がある。補正最大角度 θ_{max} は、結像光学系の焦点距離f、撮像倍率k、偏心敏感度Sd、及びシフトレンズであるレンズ群L2が交換レンズ40内において物理的にシフトすることが可能な最大値である d_{max} を用いて、(6)式によって算出することができる。

【0086】

$$\theta_{max} = d_{max} \cdot Sd(f, k) / \{f(1 + k)\} \quad \cdot \cdot \cdot (6)$$

【0087】

この式のシフトレンズの物理的な可動範囲で決まる補正最大角度以外に、光学性能を一定の使用異常に保つ等の理由で補正最大角度が設定されることもある。このような場合は、焦点距離、撮像倍率などに対応したテーブル

に値として保持され、参照される。

【0088】

補正最大角度 θ_{max} は、一定時間間隔で算出されカメラ10に送出されるか、又は、 θ_{max} に変化があった場合にカメラ10に送出される。補正最大角度 θ_{max} は、カメラマイコン20に送出され、シーリング処理部26、パン・チルト判別部28などでの処理に用いられる。

【0089】

続いて、図5を用いて、本発明の第2の実施の形態として示すカメラシステム2について説明をする。

【0090】

図5に示すように、カメラシステム2は、カメラ10をカメラ本体とし、カメラ本体に装着される交換レンズとして交換レンズ70を備えている。カメラシステム2は、カメラシステム1と同様に当該カメラシステム2に与えられる振れ、例えば、撮影者の手振れなどを補正する振れ補正機能を搭載している。

【0091】

なお、カメラシステム2のカメラ10については、図1を用いて説明した構成と全く同様であるため説明を省略する。カメラ10の角速度センサ11で振れが検出されると、カメラマイコン20にて光学補正角度情報が生成され、交換レンズ70に送信される。

【0092】

続いて、交換レンズ70について説明をする。交換レンズ70は、被写体を結像する結像光学系として、レンズユニット71を備え、補正光学系として液体封入型の頂角可変プリズムであるVAP(Variable Angle Prism)72とを備えている。交換レンズ70における光学補正方式は、検出されたカメラシステム2の振れ量に応じて、VAP72の頂角を可変して、上記振れ量を補正するVAP方式が採用されている。

【0093】

補正光学系は、カメラ10から送信される光学補正角度情報に基づいたレンズマイコン80による制御によって、VAP72の頂角を可変して補正を実行する。

【0094】

まず、VAP72について説明をする。図6に示すようにVAP72は、対向した2枚の透明平行板91、92の間に、透明な高屈折率(屈折率n)の弾性体、又は不活性液体93を挟持した形で充填すると共に、その外周を樹脂フィルムなどの封止材94で弾力的に封止し、透明平行板91、92を揺動することにより、光軸100を変位させ振れを補正するものである。

【0095】

図7は、VAP72の一方の透明平行板91を揺動・回転軸95(96)の周りに角度 ρ だけ回転させたときの入射光束101の通過状態を示した図である。光軸100に沿って入射した入射光束101は、プリズムと同じ

原理で角度 ρ だけ偏向される。頂角を δ とし、頂角 δ が微小であるとする。偏向される角度 ρ は、(7)式のように表すことができる。

【0096】

$$\rho = (n-1) \cdot \delta \quad (7)$$

【0097】

カメラ10の角速度センサ11で検出され、カメラマイコン20で算出された角度情報は、光学補正角度情報として交換レンズ70に送信される。

【0098】

レンズマイコン80は、演算部81を備えており、この演算部81でカメラ10から送信される光学補正角度情報に基づいて、VAP72の頂角を可変させる制御目標値である目標角変位量を演算する。具体的には、レンズマイコン80は、交換レンズ70の端子76を介して、光学補正角度情報として送信された角度情報を含む伝送信号に、同じく光学補正角度情報として、あらかじめ送信されているゲイン値を乗算し、角度情報を算出する。算出した角度情報は前記偏向量 ρ であるから、(7)式から制御目標値となる目標角変位量 δ が算出される。

【0099】

また、レンズマイコン80は、加算器82を備えており、制御目標値である目標角変位量から位置検出センサ73で検出されるVAP72の角変位量を減算する。

【0100】

加算器82で減算された値は、駆動回路74に送出され制御電圧値に変換され、VAP72を駆動させるアクチュエータ75に送出される。アクチュエータ75は、駆動回路74から出力される制御電圧値に応じて、VAP72の頂角を変化させるように駆動し、当該カメラシステム2の振れを補正する。

【0101】

このようにして、補正光学系としてVAP方式を採用した交換レンズ70を、カメラ10に装着したカメラシステム2においても、カメラ10で検出される当該カメラシステム2の振れ量を光学補正角度情報として交換レンズ70に送信することで、上記振れ量を補正することができる。

【0102】

また、交換レンズ70のVAP72は、頂角を変化させると光軸が直接変化するため、シフトレンズ方式を採用した交換レンズ40と異なり、レンズマイコン80にて像の振れ量を算出してから、制御目標値である補正シフト位置情報を算出するといった複雑な演算を省略することができる。

【0103】

また、補正最大角度についてもレンズの焦点距離や像の倍率によらず一定値として良いので、カメラシステムが稼動したとき、あるいは交換レンズが脱着されたとき、交換レンズ40の端子47からカメラ本体に伝えられる

だけで良いが、前記シフトレンズの場合と同様、一定間隔でカメラに伝えられるようにしても良い。

【0104】

続いて、図8を用いて、本発明の第3の実施の形態として示すカメラシステム3について説明をする。

【0105】

図8に示すように、カメラシステム3は、カメラ10をカメラ本体とし、カメラ本体に装着される交換レンズとして交換レンズ110を備えている。カメラシステム3は、カメラシステム1及びカメラシステム2と同様に当該カメラシステム3に与えられる振れ、例えば、撮影者の手振れなどを補正する振れ補正機能を搭載している。

【0106】

まず、交換レンズ110の補正光学系について説明をする。交換レンズ110の補正光学系は、VAP方式を採用しているが、図5で示した交換レンズ70で用いた液体封入式とは異なった方式の頂角可変プリズムを構成している。

【0107】

交換レンズ110で用いているVAPについて説明をする。交換レンズ70で採用した液体封入型のVAPでは、板ガラスと、これを結合する蛇腹の間に液体が封入されているため、板ガラスの角度を変えるとき封入液体が粘性抵抗として働き、高速の振れ追従をさせにくいという欠点がある。

【0108】

この問題を解決するために考案されたのが、一対の球面レンズを組み合わせたタブレット型頂角可変プリズムであり、このタブレット型頂角可変プリズムが交換レンズ110に用いられる。

【0109】

図9を用いて、タブレット型頂角可変プリズムの原理について説明をする。図9(A)に示すクサビ型プリズム201は、屈折率 n 、頂角 δ であり、このクサビ型プリズム201では、入射光軸Fに対して出射光軸F1に屈折角 ρ が発生する。屈折角 ρ と頂角 δ の関係は上述した(7)式と同じである。再び、(7)式を示す。

【0110】

$$\rho = (n-1) \cdot \delta \quad (7)$$

【0111】

これに対して、交換レンズ110に採用されるタブレット型頂角可変プリズム202は、図9(B)に示すように、平凹球面レンズ203と、平凸球面レンズ204で構成される。

【0112】

平凹レンズ203と、平凸レンズ204の屈折率 n 、及び球面203a、204aの曲率半径は略等しくなされている。そして、それらの球面203a、204a間に僅かな隙間205を保って対向させる。

【0113】

このタブレット型頂角可変プリズム202は、図9

(B)点線で示すように、平凹レンズ203と、平凸レンズ204の平面203b、204bが互いに平行のときには、光が偏向しない。

【0114】

しかし実線で示すように、平凹レンズ203と、平凸レンズ204とをこれらの球面203a、204aに沿って相対的に矢印X方向に回転させて、これらの平面203b、204b間に頂角 δ を形成すると、クサビ型プリズム201と同様に(7)式により、入射光Fに対して出射光F1が偏向する。

【0115】

平凹レンズ203と、平凸レンズ204の球面203a、204aに沿った相対的な回転方向を直角2軸方向とし、その回転角を自在に制御することにより、出射光F1の偏向方向及び偏向角 ρ を上下左右、いずれかの方向にも自在に可変することができる。

【0116】

続いて、図10を用いて、交換レンズ110で使用するタブレット型頂角可変プリズム202の動作について説明をする。

【0117】

図10は、タブレット型頂角可変プリズム202の平凸レンズ204を回転させる機構を記載した図である。平凸レンズ204は、レンズ支持部210によって支持され、回転駆動部221によって、直線Uを回転軸として回転させられる。なお、平凹レンズ203も同様の機構によって回転させられる。タブレット型頂角可変プリズム202は、交換レンズ110の鏡筒216に取り付けられる。

【0118】

レンズ支持部210は、平凸レンズ204の回転中心となる仮想の回転軸U上に置かれた小球211を、鏡筒216に固定された軸受け固定部212と、カバー部213により挟むことで、小球211を中心に回転できるように、平凸レンズ204を支持する。小球211は、平凸レンズ204に取り付けられた保持部214に圧入された軸215の先端に設けられている。

【0119】

上述したように、レンズ支持部210側の平凸レンズ204の一端は、保持部214が取り付けられているが、回転駆動部221側の平凸レンズ204の端部にも回転側保持部219が取り付けられている。回転側保持部219は、平凸レンズ204の回転中心となる仮想の回転軸Uと垂直な面Sに平行な鏡筒216に、ボールベアリング217を介して当接されている。

【0120】

回転駆動部221のモータ218には、図示しないプーリが取り付けられており、プーリには、図示しないスチールベルトが取り付けられている。このスチールベルト

は、平凸レンズ204を保持している回転側保持部219に備えられている腕220に巻き付けられ、一部が固定される。したがって、モータ218が回転することで、プーリ、スチールベルトが駆動し、腕220を介して小球211と、ボールベアリング217とによって空間上に保持された平凸レンズ204を仮想の回転軸Uに対する垂直な面Sに沿って駆動させる。

【0121】

また、モータ218には、光学式のロータリエンコーダである位置検出センサ114bが備えられており、平凸レンズ204の現在の角度情報である角変位量を検出する。

【0122】

このようなタブレット型頂角可変プリズム202を補正光学系として使用する場合、カメラシステム3の振れによる光軸の変動を直交する2軸方向の動きに分けて検知し、それぞれの動きと同方向に光軸を変化させれば、互いに影響されることなく独立に補正をすることができ。したがって、光軸の補正方向は、カメラ10の光軸に垂直な平面に投影したとき直線となることが望ましい。そのためには、平凸レンズ204の回転は、光軸に垂直な直線を回転軸とする回転運動であることが必要である。

【0123】

しかし、上述したようにタブレット型頂角可変プリズム202は、光軸と垂直ではない回転軸Uの周りを回転することで、振れの補正を行っている。したがって、光軸に垂直な平面に投影して考えるとき、運動の軌跡は直線ではなく弧を描いてしまう。

【0124】

つまり、タブレット型頂角可変プリズム202を使用して、カメラ10の振れ量に対する光学補正をした場合、誤差成分を含んだまま光学補正がなされてしまうことになる。

【0125】

この誤差成分は、図11に示すような直交座標空間を考えることで算出することができる。図11に示す直交座標空間では、平凸レンズ204の初期状態の光軸方向をz軸、z軸に垂直な面内で平凸レンズ204の回転軸を含む方向をy軸、yz軸に垂直な方向をx軸としている。

【0126】

ここで、平凸レンズ204を回転軸Uを中心に回転させた場合において、平凸レンズ204の平面204bに立てられた大きさが1の法線ベクトルmの軌跡を考える。なお、回転軸Uと、平凸レンズ204の光軸とは角度 α だけ傾いているものとする。

【0127】

説明のため、平凸レンズ204の回転軸Uを平行移動させて直交座標空間の原点を通るようにすると、法線ベク

トルmの軌跡は、円230のようになる。

【0128】

平凸レンズ204が角度 θ だけ回転軸Uを中心に回転した場合を考え、法線ベクトルmの動径を、xz平面、及びyz平面に射影し、それぞれがz軸となす角度 ϕ 、角度 ψ とする。

【0129】

一方、平凸レンズ204をx軸に平行な直線を回転軸として回転させた場合、法線ベクトルmの射影像は、xz平面においてのみ変化し、yz平面では変化しない。したがって、yz平面に現れた角度 ψ は、誤差成分であることが分かる。

*

$$\tan \phi = \frac{x}{z} = \frac{\sin \alpha \sin \theta}{1 - \sin^2 \alpha (1 - \cos \theta)} \quad \dots (8)$$

【0132】

20 【数10】

$$\tan \psi = \frac{y}{z} = \frac{\sin \alpha \cos \alpha (1 - \cos \theta)}{1 - \sin^2 \alpha (1 - \cos \theta)} \quad \dots (9)$$

【0133】

図12に、仮想的な回転軸Uと、平凸レンズ204の初期状態の光軸との傾き α が、 $\alpha = 20$ 度のときに、平凸レンズ204を回転軸Uに垂直な面内に角度 θ だけ回転させた際の角度 ϕ と、角度 ψ との関係をそれぞれ示す。これによると、角度 θ が増加するごとに誤差成分である角度 ψ の値が大きくなっていることが分かる。

【0134】

再び、図8に戻りカメラシステム3のカメラ10の構成について説明をする。カメラシステム3のカメラ10は、ヨー方向の処理、つまり図11で示したxz平面内の振れを検出し、角度情報を生成する処理系と、ピッチ方向の処理、つまり図11で示したyz平面内の振れを検出し、角度情報を生成する処理系とが記載されている。

【0135】

ヨー方向の処理系での各ブロックで、図1に示したカメラ10の各ブロックに対応するものには同一の符号を付し、さらに添字として“a”を付している。一例を示すと、図1に示す角速度センサ11は、図8においては角速度センサ11aと表記される。また、チルト方向の処理系での各ブロックで、図1に示したカメラ10の各ブロックに対応するものには、同一の符号を付し、さらに

添字として“b”を付している。一例を示すと、図1に示す角速度センサ11は、図8においては角速度センサ11bと表記される。

【0136】

なお、カメラシステム3におけるカメラ10の、ヨー方向、チルト方向の処理系の各ブロックは、図1に示したカメラシステム1におけるカメラ10の各ブロックと同一の機能であるため各ブロックの機能について詳細な説明を省略する。

【0137】

カメラ10は、角速度センサ11aで検出されたヨー方向の振れ量である角速度信号から、HPF・LPF12a、アンプ13a、A/Dコンバータ21aを介して角速度デジタル信号を生成し、ノイズ除去部22a、HPF23a、積分処理部24aを介した処理により、角度情報 σx を算出する。また σx は、センタリング処理部25a、シーリング処理部26aで所定の処理が実行される。

【0138】

この、角度情報を交換レンズ110へ送信する際には、ゲイン処理部27aでゲイン処理される。ゲイン処理部27aは、送信に用いられる伝送信号の最大値が、交換レンズ110から送信される当該交換レンズ110の補

正最大角度 $\sigma_{x \max}$ となるように設定をし、このときの伝送信号の 1 単位あたりの角度情報をゲイン値とする。このゲイン値は、当該交換レンズ 110 がカメラ 10 に装着された際、またはカメラシステムが起動した際に、カメラ 10 の端子 30 などから交換レンズ 110 に送信される。ゲイン処理部 27a は、角度情報をゲイン値で除算することで得られる角度情報に対応した伝送信号を端子 29a を介して交換レンズ 110 に送信する。この、ゲイン値と、角度情報を含む伝送信号とが、光学補正角度情報である。

【0139】

カメラ 10 は、ピッチ方向についても全く同様に光学補正角度情報を生成し、交換レンズ 110 に送信する。

【0140】

続いて、交換レンズ 110 について説明をする。交換レンズ 110 は、補正光学系として、上述したタブレット型頂角可変プリズム 202 を備えている。交換レンズ 110 に備えられた、タブレット型頂角可変プリズム 202 の、平凹レンズ 203 は、当該カメラシステム 3 のヨー方向の振れに対応して所定の回転軸の回りを回転し、プリズムの頂角を変化させることで補正を行うレンズであり、平凸レンズ 204 は、ピッチ方向の揺れに対応して所定の回転軸の回りを回転し、プリズムの頂角を変化させることで補正を行うレンズである。平凹レンズ 203、平凸レンズ 204、それぞれの回転軸と光軸とのなす角は、それぞれ角度 α 、角度 β である。なお、角度 α と、角度 β との値が同じになるように、平凹レンズ 203 と、平凸レンズ 204 とを配置してタブレット型頂角可変プリズム 202 を作製することもできる。

【0141】

平凹レンズ 203、平凸レンズ 204 は、レンズマイコン 120 による制御に応じて、それぞれの駆動系が動作することで、タブレット型頂角可変プリズム 202 を補正光学系として機能させる。

【0142】

レンズマイコン 120 が備える x 軸演算部 121a には、カメラ 10 から送信された光学補正角度情報である伝送信号が端子 117a を介して供給される。x 軸演算部 121a は、送信された伝送信号に、あらかじめ送信されているゲイン値を乗算し角度情報を算出する。さらに、x 軸演算部 121a は、算出した角度情報と、上述した (7) 式とを用いて、頂角の制御目標値を算出する。さらに (8) 式により平凹レンズ 203 の回転軸まわりの回転角である目標角変位量が算出される。

【0143】

平凹レンズ 203 を回転させるモータ 113a の付近には、平凹レンズ 203 の回転角度検出センサ 114a が備えられており、モータ 113a の回転により平凹レンズ 203 がどれくらい回転したかという角変位量 θ_x が検出される。角変位量 θ_x は、アンプ 115a で所定のレベルまで増幅され、A/D コンバータ 116a にてデジタルデータに変換されレンズマイコン 120 の加算器 122a に供給される。加算器 122a は、x 軸演算部 121a で算出された目標角変位量から角変位量 θ_x を減算し、制御信号を生成する。

【0144】

駆動回路 112a には、レンズマイコン 120 で生成され、D/A コンバータ 111a でアナログ値に変換された制御信号が供給される。駆動回路 112a は、供給された制御信号をモータ 113a に印加する制御電圧に変換する。

【0145】

平凹レンズ 203 は、駆動回路 112a に制御されたモータ 113a によって、タブレット型頂角可変プリズム 202 の頂角が適切な角度となるように回転させられ光軸の補正をする。

【0146】

このように、平凹レンズ 203 は、レンズマイコン 120 によってフィードバック制御されることで、ヨー方向の振れ量を補正する。

【0147】

平凸レンズ 204 も、全く同様にしてフィードバック制御されることで、ピッチ方向の振れ量を補正する。

30 【0148】

上述したように、タブレット型頂角可変プリズム 202 は、構成される平凹レンズ 203、及び平凸レンズ 204 がどちらも光軸に垂直な軸を中心とした回転をしないことから、回転移動に際して誤差を持つことが分かっている。したがって、交換レンズ 110 のレンズマイコン 120 は、上記誤差を除去する機能を備えている。

【0149】

ここで、平凹レンズ 203 の誤差成分について考えてみる。平凹レンズ 203 をレンズの回転軸に垂直な面内で θ_x だけ回転させたとき、 θ_x による yz 平面内での回転角 ϕ_x は、(9) 式より、(10) 式に示すようになる。

【0150】

【数 11】

$$\tan \psi x = \frac{\sin \alpha \cos \alpha (1 - \cos \theta x)}{1 - \sin^2 \alpha (1 - \cos \theta x)} \quad \dots (10)$$

【0151】

この誤差成分を補正するには、タブレット型頂角可変プリズム202を構成するもう一つのレンズ、平凸レンズ204を、レンズの回転軸の回りに $\Delta \theta y$ だけ回転させた際の、 $y z$ 面内に投影された角度 ϕy が、上記誤差成

*分である回転角 ϕx を相殺するよう回転されればよい。
平凸レンズ204を $\Delta \theta y$ だけ回転させた際の回転角 ϕy は、(8)式より(11)式に示すようになる。

【0152】

【数12】

$$\tan \phi y = \frac{\sin \beta \sin \Delta \theta y}{1 - \sin^2 \beta (1 - \cos \Delta \theta y)} \quad \dots (11)$$

【0153】

したがって、この(11)式が、(10)式と等しくなるような条件で、 $\Delta \theta y$ を決めることで、平凹レンズ203を回転させることで発生する誤差成分を補正する、平凸レンズ204の回転角 $\Delta \theta y$ が求まることになる。※

20 ※上記条件より $\Delta \theta y$ を求めると(12)式に示すようになる。

【0154】

【数13】

$$\Delta \theta y \doteq \frac{\cos \alpha \cdot \sin \alpha}{2 \sin \beta} \cdot \theta^2 x \quad \dots (12)$$

【0155】

同様に、平凸レンズ204を回転軸に垂直な面内で回転させたときに発生する誤差成分を相殺するための、平凹レンズ203の回転角 $\Delta \theta x$ は、(13)式に示すよう★

★になる。

【0156】

【数14】

$$\Delta \theta x \doteq \frac{\cos \alpha \cdot \sin \beta}{2 \sin \alpha} \cdot \theta^2 y \quad \dots (13)$$

【0157】

ここで、平凹レンズ203の回転軸と光軸とのなす角度 α と、平凸レンズ204の回転軸と光軸とのなす角度 β とが同じである場合は、(12)式、及び(13)式

は、それぞれ、(14)式、(15)式に示すようになる。

【0158】

【数15】

$$\Delta\theta y \doteq \frac{1}{2} \cos\alpha \cdot \theta^2 x \quad \dots (14)$$

【0159】

【数16】

$$\Delta\theta x \doteq \frac{1}{2} \cos\alpha \cdot \theta^2 y \quad \dots (15)$$

【0160】

レンズマイコン120には、上述した平凹レンズ203による誤差成分を補正する誤差補正処理部123aと、上述した平凸レンズ204による誤差成分を補正する誤差補正処理部123bとが設けられている。

【0161】

誤差補正処理部123bは、位置センサ114bによって検出された平凸レンズ204の回転角 θy から、(15)式を用いて、誤差補正回転角 $\Delta\theta x$ を算出し、x軸演算部121aに供給する。

【0162】

これに応じて、x軸演算部121aは、供給された誤差補正回転角 $\Delta\theta x$ を制御目標値に加算して後段の加算器122aに出力する。

【0163】

同様に、誤差補正処理部123aでも、位置センサ114aによって検出された平凹レンズ203の回転角 θx から、(14)式を用いて、誤差補正回転角 $\Delta\theta y$ を算出し、y軸演算部121bに供給する。

【0164】

これに応じて、y軸演算部121bは、供給された誤差補正回転角 $\Delta\theta y$ を制御目標値に加算して後段の加算器122bに出力する。

【0165】

このようにして、カメラシステム3は、タブレット型頂角可変プリズム202を備えた交換レンズ110に対して、カメラ10から光学補正角度情報を供給することで、当該カメラシステム3に与えられる振れ量を精度よく補正することができる。

【0166】

上述したように、第1乃至第3の実施の形態として示したカメラシステム1、2、3において、カメラ本体であるカメラ10は、備えられた角速度センサ11（角速度センサ11a、11b）によって検出される角速度情報から角度情報を算出し、光学補正角度情報として、それ

ぞれ異なる補正光学系を有する交換レンズ40、70又は110に同じ情報を送信する。

【0167】

一方、カメラ10に装着された交換レンズ40、70、又は110は、光学補正角度情報を用いて、それぞれの補正光学系に対応した制御信号を生成し、例えば、シフトレンズ方式、VAP方式といった補正光学系による振れ補正を行う。

【0168】

したがって、カメラ10は、どのような補正光学系を有する交換レンズ、つまり既存の全ての振れ補正方式又は、新たな原理の振れ補正方式が採用された交換レンズが装着された場合でも、光学補正角度情報を交換レンズに送信することで、振れ補正処理を実行させることができる。このように、カメラ10は、補正光学系に対する汎用性が高くなるので、カメラシステムとして発展性を大いに期待することができる。

【0169】

なお、本発明は、カメラの種類に限定されるものではなく、例えば、いわゆる、銀塩フィルムに光学的に被写体を結像させるスチルカメラ、被写体を撮像するビデオカメラ、被写体をデジタル静止画像として撮像するデジタルスチルカメラ、被写体をデジタル動画画像として撮像するデジタルビデオカメラなどに適用可能である。

【0170】

【発明の効果】

以上の説明からも明らかなように、本発明は、カメラによって算出される補正角度情報を、交換レンズに送信し、交換レンズにおいて送信された補正角度情報に基づいて、検出される当該カメラシステムの角度変位を光学的に補正する。

【0171】

これにより、補正光学系が異なる交換レンズを使用した場合でも、カメラから送信される補正角度情報に応じて、交換レンズ内で、当該交換レンズに採用された補正

光学系の原理、及び駆動機構に基づいた制御信号を生成することができる。したがって、既存の補正光学系はもちろん、新たな補正原理に基づいた補正光学系を搭載する交換レンズについても確実に補正処理をすることを可能とする。

【0172】

また、カメラから交換レンズに補正角度情報を伝送信号に変換する際、伝送信号の最大値が、交換レンズで生成される光学補正手段で補正可能な角度変位である補正最大角度情報となるように、補正角度情報を伝送信号に変換することで、高い精度で補正角度情報を送信することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態として示すカメラシステムの構成について説明するための図である。

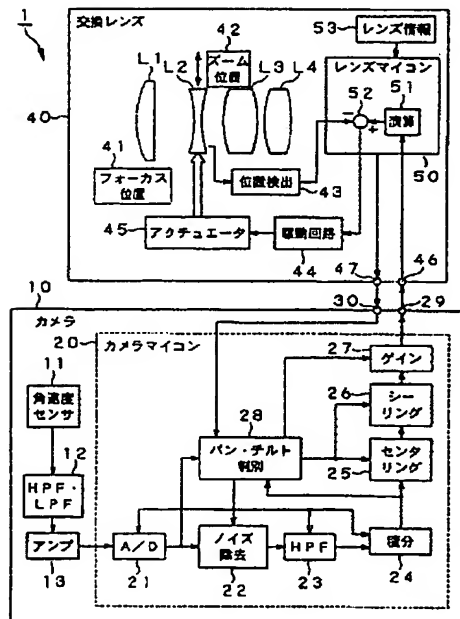
【図2】ノイズ除去部におけるノイズ除去処理について説明するための図である。

【図3】センタリング処理部におけるセンタリング処理時に使用する変数について説明するための図である。

【図4】シーリング処理部におけるシーリング処理について説明するための図である。

【図5】本発明の第2の実施の形態として示すカメラシ

【図1】



ステムの構成について説明するための図である。

【図6】液体封入型頂角可変プリズムについて説明するための図である。

【図7】同液体封入型頂角可変プリズムにおいて、光軸が変化する様子を示した図である。

【図8】本発明の第3の実施の形態として示すカメラシステムの構成について説明するための図である。

【図9】タブレット型頂角可変プリズムの原理について説明するための図である。

10 【図10】同タブレット型頂角可変プリズムの動作機構について説明するための図である。

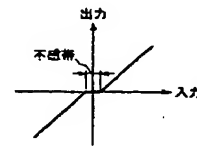
【図11】同タブレット型頂角可変プリズムにおいて、頂角可変時に検出される誤差成分について説明するための図である。

【図12】同タブレット型頂角可変プリズムにおいて、誤差成分を具体的に示した図である。

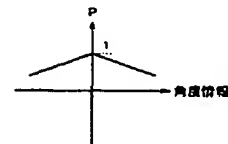
【符号の説明】

1, 2, 3 カメラシステム、10 カメラ、11 角速度センサ、20 カメラマイコン、40, 70, 110 交換レンズ、72, 202 VAP (Variable Angle Prism)、50, 80, 120 レンズマイコン

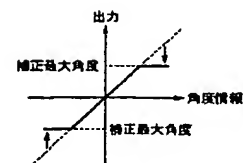
【図2】



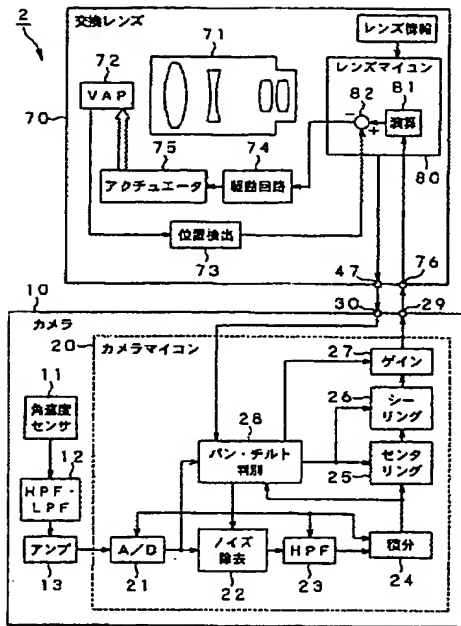
【図3】



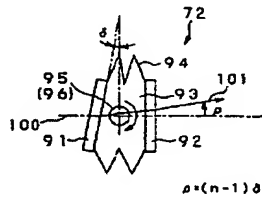
【図4】



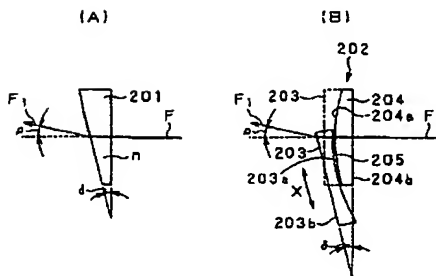
【図5】



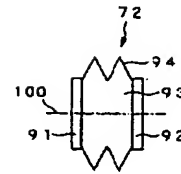
【図7】



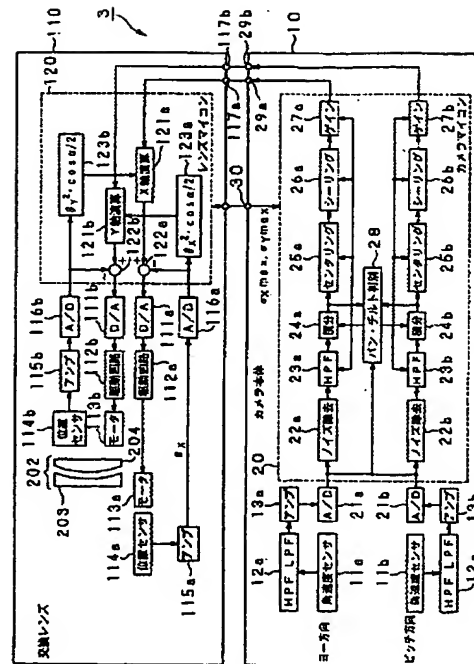
【図9】



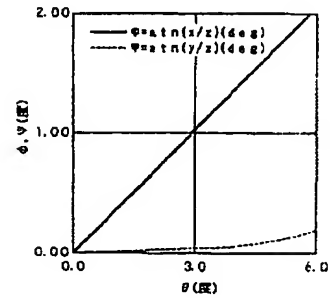
【図6】



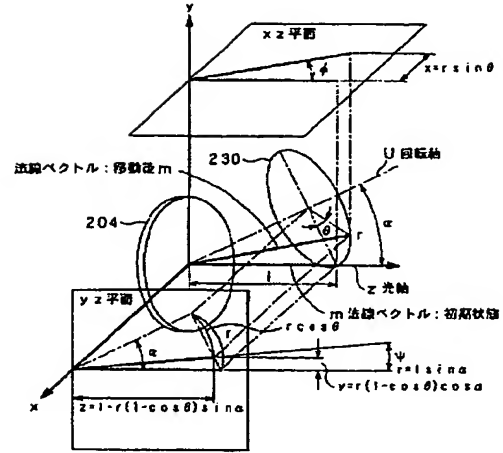
【図8】



【図12】



【図 1 1】



(72)発明者 鈴木 浩次
東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

(72)発明者 寺田 裕嗣
東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

Fターム(参考) 2H101 EE08 EE21 EE28
2H105 EE16